

态地位的种)。它们对营养盐、光、CO<sub>2</sub>是竞争关系。在生态系中引入海带后,必然会缩小浮游植物的生态地位。这对扇贝的饵料的影响是必须考虑的。在这里不能孤立地看待海带和贝类之间的关系,要从整个生态系的生态平衡关系上考虑。

增加生物种群,开辟新的物质循环路线,促进物质循环和能量流动。例如,在对虾养殖池塘中引入沙蚕,也是解决物质循环受阻的措施。沙蚕以底质中的有机质为食,同时,又是对虾的优质饵料。这样不但能减轻微生物分解有机质的压力,而且形成“有机质→沙蚕→对虾”新的能量流动路线(图 1c),加快了有机质往对虾的转化。但是,沙蚕一方面面临着对虾的捕食压力,另一方面又要消耗大量有机质。在对虾种群基本稳定的条件下,要保持有机质-沙蚕-对虾之间的生态平衡,仍然需要人工调节。

### 3.2 强化人的调节作用

建立结构复杂的人工生态系,是养殖渔业的发展方向。但是要使其结构很复杂也是困难的。为了使生态平衡建立在高产的基础上,强化人的调节作用仍然很重要。即使结构比较复杂的养殖渔业生态系,其生态平衡也有一定的脆弱性,也需要强化人的调节作用。人对生态平衡的调节是全面的,但特别要调节那些对生态平衡

影响大的限制因子。养殖渔业出现的生态问题,既然已经成为其发展的限制因素,自然就应成为人工调节的重要内容。养殖渔业的高生产力,正是在不断用人工的方式调节其生态平衡中实现的。

最后还必须看到,人工生态系和自然生态系一样,都有其特定的环境容纳量<sup>[9,1]</sup>。对生态环境的人工改造和对生态平衡的人工调节,只能提高环境容纳量,不能使养殖量超过环境容纳量,否则,养殖渔业的生态问题是无法避免的。

### 参考文献

- [1] B. J. 内贝尔著(1981)(范淑琴等译),1987.环境科学.科学出版社,3~6。
- [2] 李庆彪,1989.齐鲁渔业 4:34~35。
- [3] 李庆彪,1990.国外水产 2:9~11。
- [4] 张金城,1989.齐鲁渔业 3:3~6。
- [5] 于瑞海、王如才,1989.海洋湖沼通报 3:71~74。
- [6] 李庆彪,1985.海洋湖沼通报 2:37~43。
- [7] 日本水产学会,1977.水产学シリーズ.26~38。
- [8] 境一郎,1979.养殖 3:111~112,5:123~128。
- [9] 荻野静也,1989.养殖 5:61~63。

## 赤点石斑鱼繁殖生物学和种苗培育研究概况

## PRESENT STATUS OF *Epinephelus Akaara* PROPAGATION, SEEDING FISH AND LARVAE CULTURING STUDY

洪万树 张其永

(厦门大学海洋学系 361005)

赤点石斑鱼(*Epinephelus akaara*)肉质鲜美,营养丰富,是名贵的海产经济鱼类之一。80年代以来,广东、广西、海南、福建和浙江等省沿海大力发展石斑鱼网箱养殖。

赤点石斑鱼属鲈形目鲷科,为暖水性底层鱼类,喜栖息于岩礁或底质为砂砾的海域,以小型甲壳类和小型鱼类为食,活动范围小,常年生活于岛礁附近,不作长距离洄游,仅在生殖季节作短距离产卵洄游。分布于日本、朝鲜、印度和我国南海及东海。

### 1 性转变、群体年龄结构和生长

史中存在着性转变现象<sup>[1,16]</sup>。戴庆年等<sup>[2]</sup>对福建沿海赤点石斑鱼年龄和生长进行过研究,李加儿等<sup>[3]</sup>报道了广东沿海赤点石斑鱼的生长特性。赤点石斑鱼雌性初次性成熟年龄个别为2龄(体长181~235mm),多数为3龄(体长231~295mm);从雌性转变为雄性除个别为5龄(体长312~355mm)外,其他均为6龄鱼(体长340~400mm)。福建沿海赤点石斑鱼群体年龄结构比较复杂,捕捞群体主要由0~8龄组9个世代组成,最大可达19龄。全年渔获量以1龄鱼为主,其次是2龄和3龄鱼。渔获年龄组成1龄组占38.72%,2龄组15.11%,3龄组15.53%,4龄组10.97%,5龄组7.04%,6龄组

9.94%，7龄组以上所占比例很小。赤点石斑鱼的生长可分为增长、稳定和衰老3个阶段。增长阶段为0~3龄组的个体，平均生长指标为49.43，生长速度最快；稳定阶段是3~7龄组个体，平均生长指标35.77；7龄组以上个体处于衰老阶段，平均生长指标19.83，生长趋于缓慢。

## 2 配子发生

赤点石斑鱼的生殖季节因纬度不同而异。福建沿海为5~9月，5~6月为产卵盛期，香港和台湾则为4~7月。生殖季节期间，雌性成熟个体腹部膨胀，生殖孔红肿，挤压腹部可见透明卵流出，成熟系数20.35~

21.27%，平均20.81%。卵细胞的发育分为6个时相，即(1)卵原细胞时相：椭圆形，卵径30μm以下，具1~2个核仁；(2)卵母细胞单层滤泡时相：卵径30~120μm，核仁增多，沿核膜内沿排列；(3)卵黄泡时相：卵径60~200μm，卵黄泡逐渐向内扩展增多；(4)卵黄充满时相：卵径200~700μm，卵黄粒逐渐增多，最后卵黄粒充满细胞质；(5)成熟时相：核向动物极移动，核膜消失，成熟卵脱离滤泡膜导致排卵；(6)退化时相：放射带断裂，卵黄物质被吸收，卵母细胞萎缩。雄性成熟个体生殖季节期间腹部没有明显肿胀，成熟系数小，仅为1.78~2.33%。蔡友义等<sup>[4]</sup>把精细胞的发育分为5期，即(1)精原细胞期：圆形或椭圆形，胞质少，核大，核仁1个，胞径9.94~12.78μm；(2)初级精母细胞期：由精原细胞发育而来，核内染色质由细颗粒状变成细线状或短棒状，胞径4.97~8.52μm；(3)次级精母细胞期：由初级精母细胞经第1次成熟分裂后形成。核内染色质增多而密集，胞径3.55~4.28μm；(4)精子细胞期：由初级精母细胞经第2次成熟分裂后形成。核圆形或马蹄形，核内染色质均匀，密集成块状，核径2.13~2.84μm；(5)精子期：由精子细胞变态后形成，精子头部呈圆球形，直径1.42μm，核内染色质浓缩，尾部长10.65μm。根据赤点石斑鱼性转变特点，可将其生殖腺发育过程分为10期<sup>[7]</sup>。第1~4期为雌性成熟期，第5期为变性期，第6~10期为雄性成熟期。

## 3 早期发育

鹤川正雄等<sup>[12]</sup>、水户敏等<sup>[13]</sup>、许波涛等<sup>[5]</sup>和刘基等<sup>[4]</sup>研究了赤点石斑鱼的早期生活史。赤点石斑鱼受精卵为浮性，圆球形，无色透明，卵径0.75~0.79mm，油球1个。在水温25℃，海水比重1.019，溶解氧含量5×10<sup>-3</sup>g/L条件下，受精后23~25h孵出仔鱼。初孵仔鱼全长1.50mm，卵黄囊0.32mm，油球0.12mm。孵化后第2

天仔鱼全长1.86mm，卵黄囊0.23mm，口器开始形成并出现胸鳍。第3天仔鱼全长1.93mm，卵黄囊几乎全被吸收，口已张开。第4~5天仔鱼全长2.01mm，卵黄囊完全被吸收，油球消失，胸鳍发达；第10天仔鱼全长4.85mm。孵化后的仔鱼发育变态为稚鱼共需32d左右，变态后的稚鱼全长34.1mm，各鳍条与成鱼相似。孵化后58d，幼鱼全长66.0mm，体形与成鱼相同，体被细小栉鳞，侧线发达，体表布满小赤点，有5条褐色斜横带，尾鳍圆形。孵化后144d，幼鱼全长114.5mm，体长91.4mm，体高30.8mm。

## 4 人工繁殖和种苗培育

随着石斑鱼养殖业的发展，天然种苗数量已不能满足生产上的需要。因此，国内外水产研究单位相继开展了石斑鱼繁殖生物学和种苗培育研究，以解决种苗短缺问题<sup>[7]</sup>。水户敏等<sup>[13]</sup>首先在室外水池繁殖赤点石斑鱼取得成功。曾文阳<sup>[8]</sup>、张其永等<sup>[9]</sup>、马荣和等<sup>[10]</sup>、福建省水产研究所<sup>[4]</sup>和浙江省海洋水产研究所<sup>[7]</sup>相继进行赤点石斑鱼人工繁殖和种苗培育试验，并获得了进展。人工繁殖用亲鱼取自天然手钓渔获或从网箱中挑选。雌性鱼一般选择体重为456.5~1005g的个体；雄性鱼选择1005g以上、轻压腹部有精液流出者。赤点石斑鱼在蓄养条件下，通过人工强化培育，适当调节水温，可以自然产卵，也可通过人工干预方法诱导产卵。自然产卵方式能够获得优质的受精卵，仔鱼成活率较高。诱导产卵一般使用绒毛膜促性腺激素(HCG)、促黄体素释放激素类似物(LHRH-A)和鱼类脑垂体(PG)等外源激素，单独或混合使用进行催产。根据曾文阳<sup>[8]</sup>的试验结果，赤点石斑鱼雌性亲鱼注射HCG的剂量每公斤体重为1500 I.U.，分两次注射，第1次注射2/3剂量，24h后再注射其余1/3剂量。在雌鱼第2次注射的同时，每尾雄性亲鱼注射HCG 500 I.U.。雌性鱼第2次注射后14h左右开始检查卵子成熟度，如发现卵子已透明成熟，即可采卵进行人工授精。先将成熟卵挤在培养缸或瓷盆内，然后挤出雄性鱼精液洒在卵子上，用羽毛搅拌均匀，加少量海水继续拌匀，用过滤海水洗去多余的精液，将受精卵移入孵化容器中孵化。受精率与卵子的成熟度和卵质有关，完全成熟的优质卵受精率可达95%左右。

赤点石斑鱼仔鱼孵出后第3天，卵黄囊基本上被吸收完毕，此时仔鱼由内源性营养转向外源性营养，需从外界摄取食物以维持生长发育。因此，从仔鱼孵化后第3天开始投喂牡蛎受精卵，密度为20个/ml，开口后第6天添加轮虫5个/ml。以后随着仔鱼生长，口裂增大，可投喂卤虫无节幼体、桡足类等浮游生物。第30天起改投

海洋科学

碎虾肉,至 40d 投饲鱼糜,并可作为种苗放养。仔鱼培育期间出现两个死亡高峰期,第 1 个高峰期是在孵化后第 4~7 天,仔鱼常因得不到适口的饵料而导致大量死亡;第 2 个高峰期发生在孵化后第 20~30 天,个体间的相互残食是其中的主要原因之一。

赤点石斑鱼人工繁殖和种苗培育虽已取得进展,但至今仍未解决大批量育苗技术问题。其主要原因有以下几个方面:(1)初孵仔鱼口径小,开口饵料尚未完全解决;(2)获得大量优质的成熟卵尚有困难;(3)由于自然海区捕捞过度,大个体的雄性亲鱼很难捕获。及时提供仔鱼适口且足量的饵料是种苗培育成功与否的关键,而适口饵料的开发是今后的主要研究课题。牡蛎受精卵虽然可作为仔鱼初期开口饵料,但牡蛎的产卵期和石斑鱼的产卵盛期不一致,难以大批量供给。许多学者已开始探索其他途径以解决仔鱼适口饵料问题。萱野泰尾等<sup>[4]</sup>认为选择小型轮虫作为赤点石斑鱼仔鱼的开口饵料效果较好,用小球藻和面包酵母培养的轮虫投喂前需用油脂酵母强化。此外,人工合成的微颗粒配合饵料、两种涡藻类和一种纤毛虫有可能代替牡蛎受精卵作为仔鱼的开口饵料。人工繁殖和种苗培育过程中,最好能创造条件让亲鱼自然产卵受精,以获得较高的孵化率。人工催产时,要根据实际情况掌握好激素的剂量和催产时间,注意检查卵母细胞的发育程度,及时进行人工授精,防止卵子过熟。为了解决赤点石斑鱼人工繁殖中雄性亲鱼来源困难问题,作者等于 1992 年开展了人工促进赤点石斑鱼雄性化研究<sup>①</sup>采用 2~4 龄个体,以 2 龄鱼为主,经 50d 投喂药饵 46 次,实验组 31 尾个体中有 29 尾挤压鱼腹能流出精液,流精率为 93.5%,成功地促使赤点石斑鱼提早 3~4 龄转变为雄性鱼。试验鱼的精子与

成熟卵子进行人工授精,受精率=81.1%,胚胎发育正常,受精后 23h30min 孵出仔鱼,孵化率 76.7%。

石斑鱼类种间杂交试验已获初步结果<sup>[11]</sup>。日本和台湾都曾进行过赤点石斑鱼与其他种类的石斑鱼杂交试验,培育出了杂交子代。赤点石斑鱼和云纹石斑鱼的杂交子代优势特别明显,其生长速度比母本赤点石斑鱼快。

### 参考文献

- [1] 张其永等,1988. 台湾海峡 7(2):195~202.
- [2] 戴庆年等,1988. 海洋与湖沼 19(3):215~224.
- [3] 李加儿等,1988. 海洋科学 4:53~57.
- [4] 蔡友义等,1988. 福建水产 4:24~30.
- [5] 许波涛等,1985. 水产学报 9(4):369~374.
- [6] 刘基等,1986. 福建水产 4:16~22.
- [7] 丁天喜,1990. 浙江水产学院学报 9(1):43~49.
- [8] 曾文阳等,1979. 渔牧科学杂志 7(1):9~20.
- [9] 张其永等,1986. 水产科学 5(1):1~4.
- [10] 马荣和等,1987. 海洋渔业 4:158~160.
- [11] 曾文阳等,1979. 中国水产(台)324:19~24.
- [12] 鹤川正雄等,1966. 日本鱼类学杂志 13(4~6):156~161.
- [13] 水户敏等,1967. 内海区水产研究所业绩第 122 号 347~377.
- [14] 萱野等,1986. 冈山水试报 1:62~65.
- [15] Tanaka, H. et al., 1990. Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture 17: 1-15.

① 洪万树等,外源激素诱导赤点石斑鱼雄性化. 台湾海峡,待刊。

### 信息·INFORMATION

## “第二届海洋生物技术学术研讨会”在青岛召开

为发展我国的海洋生物技术,并适应国内海洋生物资源开发的需要,中国科学院海洋研究所实验海洋生物学开放研究实验室发起举办了该次学术研讨会。会议邀请 7 位著名专家做了学术报告,就我国海洋生物养殖资源进一步开发存在的问题,基因工程、生化工程的研究和开发,海水养殖动物病害研究等,进行了深入探讨;会议突出了“生物技术与海洋生物资源开发”的主题,并对将其推向新的高度进行了深入的交流和讨论。

会议于 1994 年 7 月 30 日在青岛举行。

本刊编辑部